HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Analysis of four giant inhibitory neurons projecting to the input sites of mushroom body in the cockroach brain [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	髙橋, 直美
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(生命科学)
Dissertation Number	甲第13168号
Issue Date	2018-03-22
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/70054
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Naomi_Takahashi_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士の専攻分野の名称　博士（生命科学）　氏　名　　髙橋　直美

審査担当者	主査	教　授　水波　誠
	副査	教　授　松島　俊也
	副査	教　授　小川　宏人

学 位 論 文 題 名

Analysis of four giant inhibitory neurons projecting to
the input sites of mushroom body in the cockroach brain
（ゴキブリ高次嗅覚中枢に入力する巨大抑制性ニューロンに関する研究）

博士学位論文審査等の結果について（報告）

昆虫や哺乳類などの陸上動物の嗅覚系は収束進化の好例で，その類似は神経回路の基本構造のみならず，匂い情報の符号化様式にまで至る。低次の嗅覚中枢（昆虫では触角葉，哺乳類では嗅球）では１つの興奮性ニューロンが多くの活動電位を発して匂い情報を符号化するのに対し，高次嗅覚中枢（昆虫ではキノコ体，哺乳類では嗅皮質）のニューロンはごく少数の活動電位を発するのみである。このように少数の活動電位によって情報を符号化することはスパース符号化（sparse coding）と呼ばれる。匂い情報をスパース符号化することで，(i) 情報表現間の重複が減り，匂いを弁別しやすくなる，(ii)匂い記憶の容量が増大するといった利点があると考えられている。そのため高次嗅覚中枢には，ニューロンの過剰な活動を抑えてスパース符号化を行いやすくするための，フィードバックまたはフィードフォワード式の抑制機構が備わっているのが一般的である。

昆虫の高次嗅覚中枢であるキノコ体では，巨大な GABA 作動性フィードバックニューロンがいくつかの昆虫種で報告されている。ミツバチ，タバコスズメガといった，複雑で巨大なキノコ体を持つ昆虫種では，複数のキノコ体フィードバックニューロンが見つかっており，その機能は単にキノコ体の過剰な活動を抑制するだけにとどまらないと推定される。しかしこれまでに，個々のキノコ体フィードバックニューロンの生理・形態を詳細に解析した研究はない。

本論文の材料であるワモンゴキブリ *Periplaneta americana* においても，脳半球あたり４つの推定キノコ体フィードバックニューロン，calycal giants（CG ニューロン）が報告されていた。ゴキブリの CG ニューロンでは、興味深いことに，キノコ体入力部位への投射パターンの違いから，少なくとも２つのサブタイプに分かれる。またその投射パターンの違いが，触角葉からキノコ体へ嗅覚情報を伝達する投射ニューロンサブタイプ間の投射パターンの違いと非常に良く合致するように見える。CG ニューロンの機能差を明らかにできれば，高次嗅覚中枢の抑制性ニューロンの働きについて，より具体的な理解に近づくと期待される。しかし４つの CG ニューロンそれぞれについての形態が不明で，個々のニューロンが同定されていないことが研究の妨げとなっていた。加えてゴキブリの CG ニューロンは他の昆虫で見つかっているキノコ体フィードバックニューロンと異なり，その入力部位をキノコ体の中にもたず，キノコ体内在のニューロンから直接の神経入力を受けとることができない。そこでキノコ体の内部に入力部位をもち，外部に出力部位をも

つ「キノコ体出力ニューロン」を介してキノコ体の活動を受けとると推定されてきたが，この点も詳細な検証が行われていなかった。

本論文では，細胞内電位記録・染色，免疫染色の手法を組み合わせ，まずゴキブリの４つのCGニューロンの生理・形態的特徴を明らかにし，個々のCGニューロンを同定した。続いてCGニューロンとキノコ体出力ニューロンの同時記録，二重染色を繰り返し，CGニューロンがキノコ体出力ニューロンと神経連絡を形成することを強く支持する証拠を得た。またCGがキノコ体にかける抑制が匂い応答時のキノコ体の活動を抑えるのに十分であることを確認した。またこの過程で，CGニューロン出力部位（キノコ体傘部）の投射パターンの違いに対応する区分けが，入力部位（前大脳の側角内）側にも存在することが分かった。これはCGニューロンの形成するキノコ体フィードバック回路が並列にして存在し，それぞれ異なる機能に関わる可能性を示唆する。

これを要するに、著者は、高次嗅覚中枢における抑制性ニューロンの１つ１つを生理学的および形態学的に同定し、またそのシナプス入出力様式を解析することで、抑制性ニューロン間に機能分担があることを初めて示したものであり、動物の高次嗅覚中枢の回路構築について新たな知見をもたらしたものである。

よって著者は、北海道大学博士（生命科学）の学位を授与される資格あるものと認める。